

Japanese Patent Application Publication No. 57-19743

This document relates to (a) a high-toughness hot work tool steel containing C: 0.20 to 0.35 %, Si: 0.7 % or less, Mn: 1.20 % or less, Cr: 4.50 to 6.50 %, $1/2W + Mo$: 0.60 to 1.95 %, V: 0.20 to 1.10 %, N: 0.025 to 0.15 %, and the balance: Fe and ordinary impurities. This document also relates to (b) a high-toughness hot work tool steel containing C: 0.20 to 0.35 %, Si: 0.7 % or less, Mn: 1.20 % or less, Cr: 4.50 to 6.50 %, $1/2W + Mo$: 0.60 to 1.95 %, V: 0.20 to 1.10 %, Ni: 0.30 to 1.20 %, N: 0.025 to 0.15 %, and the balance: Fe and ordinary impurities; (c) a high-toughness hot work tool steel containing C: 0.20 to 0.35 %, Si: 0.7 % or less, Mn: 1.20 % or less, Cr: 4.50 to 6.50 %, $1/2W + Mo$: 0.60 to 1.95 %, V: 0.20 to 1.10 %, Co: 0.30 to 3.20 %, N: 0.025 to 0.15 %, and the balance: Fe and ordinary impurities; and (d) a high-toughness hot work tool steel containing C: 0.20 to 0.35 %, Si: 0.7 % or less, Mn: 1.20 % or less, Cr: 4.50 to 6.50 %, $1/2W + Mo$: 0.60 to 1.95 %, V: 0.20 to 1.10 %, Ni: 0.30 to 1.20 %, Co: 0.30

⑫特許公報(B2)

昭57-19743

⑤Int.Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑭公告 昭和57年(1982)4月24日

C 22 C 38/24

CBP

7325-4K

発明の数 4

38/52

CBP

7147-4K

(全4頁)

1

2

⑮高靱性熱間加工用工具鋼

①特 願 昭54-72112

②出 願 昭54(1979)6月8日

公 開 昭55-164059

④昭55(1980)12月20日

⑦発 明 者 奥野利夫

安来市安来町2107番地の2日立金
属株式会社安来工場内

⑧出 願 入 日立金属株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目1番
2号

⑨代 理 人 北原大平

⑯特許請求の範囲

1 C 0.20~0.35%, Si 0.70%以下、Mn 1.20%以下、Cr 4.50~6.50%、W, Mo単独または複合で1/2W+Mo 0.60~1.95%、V 0.20~1.10%、N 0.025~0.15%残部 Fe および通常の不純物よりなる高靱性熱間加工用工具鋼。

2 C 0.20~0.35%、Si 0.70%以下、Mn 1.20%以下、Cr 4.50~6.50%、W, Mo単独または複合で1/2W+Mo 0.60~1.95%、V 0.20~1.10%、Ni 0.30~1.20%、N 0.025~0.15%、残部 Fe および通常の不純物よりなる高靱性熱間加工用工具鋼。

3 C 0.20~0.35%、Si 0.70%以下、Mn 1.20%以下、Cr 4.50~6.50%、W、Mo単独または複合で1/2W+Mo 0.60~1.95%V 0.20~1.10%、Co 0.30~3.20%、N 0.025~0.15%、残部 Fe および通常の不純物よりなる高靱性熱間加工用工具鋼。

4 C 0.20~0.35%、Si 0.70%以下、Mn 1.25%以下、Cr 4.50~6.50%、W, Mo単独または複合で1/2W+Mo 0.60~1.95%、V 0.20~1.10%、Ni 0.30~1.20%、

Co 0.30~3.20%、N 0.025, 0.15%、残部 Fe および通常の不純物よりなる高靱性熱間加工用工具鋼。

発明の詳細な説明

5 本発明は過酷な繰返熱衝撃の作用する条件下においてヒートクラックの発生と進展に対する抵抗性がとくに大きく、長寿命を与える新しい高靱性熱間加工用工具鋼に関するものである。

アルミ合金等のダイカスト、熱間のプレス鍛造

10 その他の熱間工具用途においては高温の溶湯あるいは被加工材との繰返接触、その後の冷却により型表面部には繰返圧縮、引張の熱応力が作用し、繰返回数増加とともに型面には微細な初期ヒートクラックを生成、さらに熱応力、機械的応力の作用条件下において、クラックは長く太く進展し金型面の肌あれあるいは金型の割れ等のために寿命に至るのが一般である。

とくに近年の能率向上を目的としたサイクル時間短縮化のための金型面の潤滑、冷却の過酷化の動きはヒートクラック寿命の低下をまねく結果をもたらして来ている。

このような条件下において金型寿命の向上をはかるためにはとくに過大な衝撃的熱応力に耐えるだけの(1)高温耐力と(2)生成クラックの進展に対する十分な抵抗性が必要であり、とくに(2)が重要である。この場合、クラックの進展は金型素材の鍛伸方向に平行にのびた縞状偏析に沿って生じやすくしたがって、この縞状偏析を生じない均質な組織を有することが金型寿命向上のための不可欠の要件となるものである。従来本用途の金型材としてJIS SKD61, 62, 6系統のものが使用されているが縞状偏析傾向は高合金鋼に対比すれば大きくはないが、寸法大なる場合、ある程度の偏析は避けたいのが現状であり、寿命向上には限度が有った。

本発明は低C—5Cr—中~低Mo W—低~中V—N添加成分をベースとし、SKD61, 62,

3

4

6等に対比して、低C化によりMo (V)を高くしなくても同等ないしこれ以上の高温強度を保持するとともに、VC炭化物を主体とする線状偏析ならびにMo (V)炭化物偏析も極力抑制し、また粗大なVC炭化物、M (Mo, W)C炭化物生成を抑制し、クラックの進展に対する抵抗性をとくに大とし、ダイカスト用金型、熱間鍛造金型その他の熱間加工用工具において使用時の型表面噴水冷却など、とくに過酷な熱応力作用条件下においてクラックの進展を抑え、長寿命を与える熱間加工用工具鋼を完成したものである。

※ なお、N添加は低Cによるかたさの絶対値の低下や、結晶粒の粗大化傾向や焼入性の低下を防ぐもので、本発明鋼において不可欠の重要な元素である。

また本発明鋼は熱伝導率を低下させる作用を有するSi量を0.70以下に限定し、この結果として同一使用条件下における金型表面に生起する熱応力値を小とし、この面からも金型寿命の向上をはかったものである。

第1表に本発明鋼および従来鋼の化学成分および確性試料(H_RC₄₅)の熱処理条件を示す。

第 1 表

| | C | Si | Mn | Ni | Cr | W | Mo | V | Co | N | 焼入(°C) | 焼もどし(°C) |
|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|--------|----------|
| 本発明鋼A | 0.31 | 0.26 | 0.62 | — | 5.40 | — | 0.95 | 0.59 | — | 0.043 | 1020 | 625 |
| " B | 0.30 | 0.28 | 0.60 | — | 6.24 | — | 1.01 | 0.62 | — | 0.045 | 1020 | 620 |
| " C | 0.32 | 0.25 | 0.58 | — | 5.45 | — | 1.84 | 0.73 | — | 0.044 | 1020 | 630 |
| " D | 0.23 | 0.20 | 0.70 | 0.83 | 5.54 | — | 0.98 | 0.35 | — | 0.087 | 1020 | 620 |
| " E | 0.32 | 0.22 | 0.65 | — | 5.35 | 1.24 | 0.96 | 0.57 | — | 0.052 | 1020 | 630 |
| " F | 0.30 | 0.20 | 0.71 | — | 5.31 | — | 0.97 | 0.95 | — | 0.050 | 1030 | 630 |
| " G | 0.23 | 0.022 | 0.61 | 1.05 | 5.38 | — | 0.83 | 0.55 | 0.70 | 0.048 | 1020 | 620 |
| " H | 0.23 | 0.65 | 0.85 | 0.92 | 4.68 | — | 1.34 | 0.41 | 3.11 | 0.080 | 1020 | 625 |
| 従来鋼I | 0.41 | 1.05 | 0.31 | — | 5.47 | — | 1.38 | 0.86 | — | — | 1030 | 625 |

第2表に本発明鋼の650℃高温かたさを示す。 壊じん性値を示す。

第 2 表

| | 650℃高温かたさ(Hv) |
|-------|---------------|
| 本発明鋼A | 140 |
| " B | 132 |
| " C | 157 |
| " D | 139 |
| " E | 168 |
| " F | 172 |
| " G | 142 |
| " H | 151 |
| 従来鋼I | 133 |

第3表に本発明鋼の一般的製造法による300φ材の鍛伸方向に平行にクラックが進む場合の破

30

第 3 表

| | 破壊じん性値kg/mm ^{3/2} |
|-------|----------------------------|
| 本発明鋼A | 215 |
| " D | 222 |
| " G | 229 |
| 従来鋼I | 177 |

35

本結果からわかるように、本発明鋼は鍛伸平行方向(ファイバー平行方向)にクラックが進む場合の破壊じん性値が従来鋼より明らかに大きいことがわかる。

これは本発明鋼が低C—低～中V、かつ中～低Mo (V)で粗大なVC炭化物の形成を抑制すると同時に微細なV系炭化物、Mo (V)系炭化物および

40

5

Cr系炭化物を主体とし、Mo(W)量も従来鋼より低く、本質的に熱間加工方向に沿う偏析度の高い縞状偏析形成が抑制され、かつ炭化物の総量も少ないためであり、本発明鋼のもつとも大きな特徴を示すものである。

第 4 表

| | クラック 個数 | クラック平均 深さ(μ) | クラック最大 深さ(μ) |
|-------|------------|-----------------|-----------------|
| 本発明鋼A | 167 | 0.19 | 0.52 |
| " D | 155 | 0.15 | 0.45 |
| " G | 159 | 0.13 | 0.42 |
| 従来鋼I | 175 | 0.27 | 0.88 |

第4表に本発明鋼のヒートクラック試験結果を示す。

本発明鋼は従来鋼よりもクラック平均深さ、最大深さにおいて明らかにすぐれている。

これは本発明鋼が従来鋼と同時以上の高温強度を保持しつつ、格段にすぐれた耐クラック進展性を備えていることなどの理由によるものである。

つぎに本発明鋼の成分限度の理由を述べる。

Cは本発明鋼の組織をマルテンサイト組織としかつ焼もどし時Cr, W, Mo, V等の炭化物形成元素との間に特殊炭化物を微細に析出、分布させ、昇温における軟化抵抗、高温強度を高め、また残留炭化物として高温での耐焼付摩耗性を付与、また結晶粒を微細化するための不可欠の添加元素である。多すぎると巨大炭化物の形成、偏析度の高い縞状偏析形成傾向を大とし、本発明鋼の特徴を保持することが困難となるので0.35%以下とし、低すぎるとフェライト生成をまねき、また焼入性を低下させ、また上記C添加の効果が十分得られなくなるので0.20%以上とする。

Siは本発明鋼の場合、低めに管理するものである。その理由は昇温時の酸化被膜形成を行なわせやすくし、酸化被膜による保護作用効果を大とするためおよび熱伝導率を極力大とし、使用条件下での型面に作用する熱応力を低減し、ヒートクラック寿命の向上をはかるためである。

Siは上記理由により添加量を制限するが、製鋼作業上脱酸効果を得るために若干の添加は必要であり0.70%以下とする。

6

Mnは本発明鋼の焼入性を補なうために添加するもので寸法、目的、用途により添加量を調整する。多すぎると焼なましかたさを過度に高くし、機械加工性を低下させるので1.20%以下とする。

5 Niは本発明鋼の焼入性を高め、かつ酸化被膜の固着性を改善し、耐ヒートクラック性、耐焼付性を高め、また靱性を大とするなどの目的により添加するものである。

多すぎると焼なましかたさを高め、機械加工性を低下させるので1.20%以下とし、低すぎると上記添加の効果が得られないので0.30%以上とする。

Crは本発明鋼の焼入性を高め、また炭化物を形成し、二次硬化性を与え、軟化抵抗、高温強度を高めるとともに残留炭化物を形成し、結晶粒を微細化し、高温耐摩耗性を改善するとともに、適度の耐酸化性を与えるための不可欠の添加元素である。とくに低Cの本発明鋼の場合、熱処理条件、寸法等を考慮して、Cr量を適切に制御し、焼入性不足とならないよう配慮することが必要である。

多すぎるとかえって軟化抵抗、高温強度を低下させること、また熱伝導率を低下させるので上限を6.50%とし、低すぎると上記添加の効果が得られないので4.50%以上とする。

WおよびMoは特殊炭化物を形成し、本発明鋼のすぐれた軟化抵抗、高温強度を付与するための、また残留炭化物を形成し、高温での耐焼付性を改善するための、また結晶粒を微細化するための不可欠の重要な添加元素である。

多すぎると粗大炭化物形成、縞状偏析、マトリックス固溶量などとの関係で本発明鋼の最大の特徴である耐クラック進展性を維持することが困難となるので $(1/2W+Mo)$ で1.95%以下とし、低すぎると上記添加の効果が得られないので

35 0.60%以上とする。なおWはMoよりも高温強度、耐焼付性改善効果は大きく、したがってMo、Wは目的、用途により単独添加あるいは複合添加されるものである。

Vは特殊炭化物を形成、析出分布し、とくに高温域での軟化抵抗、高温強度を高めるため、また結晶粒微細化、耐高温焼付性を付与するための不可欠の重要な添加元素である。

多すぎると巨大炭化物を形成、また偏析度の高い縞状偏析を形成し、本発明鋼としての特徴を保

7

持することが困難となるので1.10%以下とし、低すぎると添加の効果が得られないので0.20%以上とする。

Coは本発明鋼に形成される酸化被膜の固着性を改善し、良好な耐焼付性、耐ヒートクラック性を付与するために添加するものである。

本用途の場合、多重の添加は必要なく、多すぎて焼入性、耐クラック進展性の低下をまねくので3.20%以下とし、低すぎると上記添加の効果が得られないので0.30%以上とする。

Nは低Cの本発明鋼の熱処理かたさ、焼入性を補ない熱間加工用工具鋼として必要な軟化抵抗、高温強度を保持するための、また結晶粒を微細に保つための不可欠の添加元素である。

本発明鋼の低Cベースによる耐クラック進展性 15

8

改善効果についてはN共同添加により可能となるものである。多すぎるとかえつて偏析傾向が大となるので0.15%以下とし、低すぎると上記添加の効果が得られないので0.025%以上とする。

以上記述したように、本発明鋼は低Cと中～低Mo(W)、低～中V、N添加の組合わせによりSKD61と同等あるいはこれを上まわる高温強度を備えると同時に縞状偏析傾向がとくに小さく適度のマトリックス組成と併せて、マトリックス自体の靱性がすぐれているとともに偏析に沿うクラックの進展に対する抵抗性がとくにすぐれ、過酷な熱衝撃条件下においても耐ヒートクラック性がすぐれ、かつ耐焼付性も良好で長寿命を与える新しい高靱性の熱間加工用工具鋼である。